

身近な金属のミクロ組織を読む 第6回

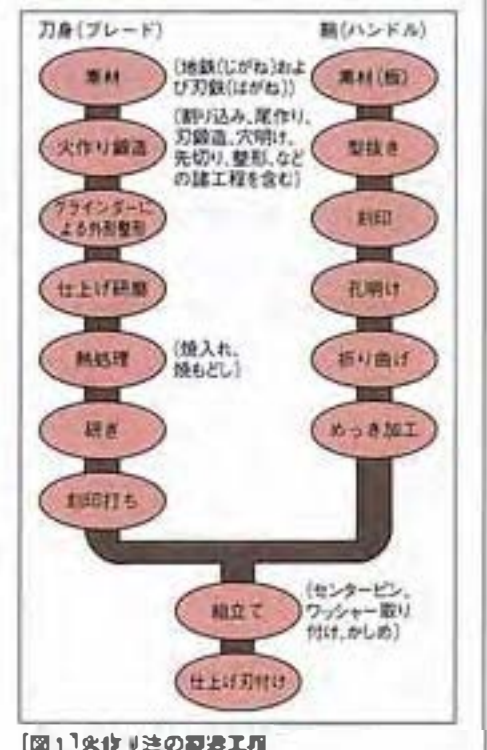
はじめに

「肥後の守」といっても、最近の若い世代には知らない人のほうが多いことだろう。今では、ナイフやカッターあるいは電動式の鉛筆削りにとって代わられたが、文房具の小刀として幅を利かしていた時代もあり、年配の人たちにとっては少年時代の思い出に密着した懐かしい名前のはずである。

肥後の守は兵庫県三本市の特産品となっているが、その歴史となる刃物が、熊本(肥後)からこの地に持ち込まれたのは明治37年(1904年)頃のことだといわれる。一時は製造業者40軒、従業員200名を数える規模にまで成長し、毎月1万挺のペースの生産が数十年間も続いたという。しかし、昭和30年代半ばの「青少年に刃物を持たせない運動」の波及とともに、男の子の手から肥後の守が取り上げられ、現在は3~4軒の登録業者になり、中でも常時生産しているのは1軒だけになったという¹⁾。

つくり方

肥後の守の製造法には、「プレス打ち抜き法」と「火作り法」がある。前者は安価な製品の、後者は高級品の製造法となっている。ここでは、火作り法についてその製造工程を[図1]に示す([写真2]参照)(注1)。



[図1]火作り法の製造工程

小さな名刀「肥後の守」

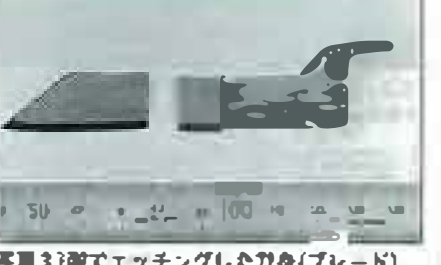
●シリーズ● 材料の素顔に迫る



[写真2] 肥後の守の製作工程(上段は火作り法、下段は打ち抜き法;三本市立金物資料館による)

調査内容

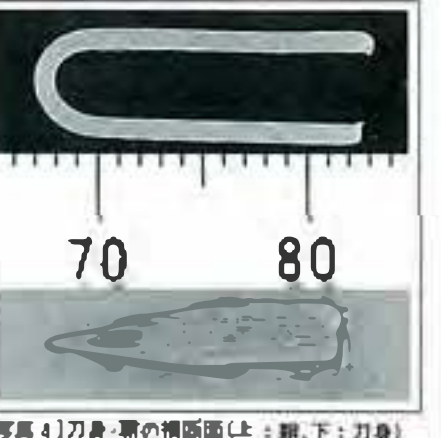
調査したのは、文房具用の肥後の守[写真1]である。



[写真3] 酸でエッチングした刀身(ブレード)

刀身を酸で軽くエッチングしたあとの状態を[写真3]に示す。写真で刃線に沿って黒く見えるのが刃の部分である。

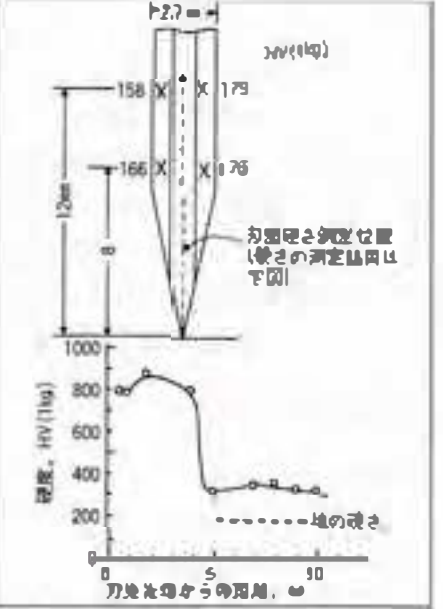
刀身および鞘の横断面を[写真4]に示す。刀身は、真ん中の刃部とその両側の地金部からなるサンドイッチ構造となっている。三層の各々の厚さは1mm弱で、刀身全体の厚さは2.7mmである。刃先の角度は約22度となっている。



[写真4] 刀身・鞘の横断面(上:鞘、下:刀身)

刃部と地金部についてそれぞれ化学成分を分析した結果を[表]に示す。刃部はC量0.8%の炭素鋼、地金部は鉄鋼に近い低炭素鋼である。

刀身の硬さを測定した。刃部の硬さの刃先からの距離による変化を[図2]に示す。刃先から4mm程度までは、HV約300の硬さを示すが、刃先から5mm以上離れるとHV300程度の硬さとなる。一方、サンドイッチの両側の地金部の硬さは、HV160~180である。

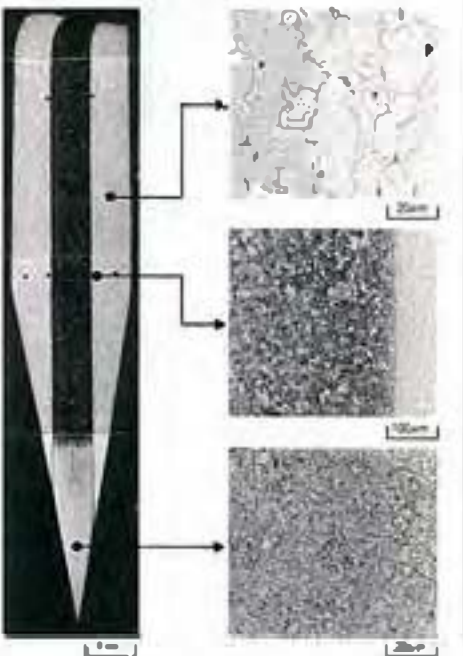


[図2] 刀身断面の硬さ分布

刀身の横断面について金物組織の顕微鏡写真を[写真5]に示す。刃先は、いわゆる焼きの入ったマルテンサイト組織であるが、刃先から1~5mm以上も離れると焼きが入らず、いわゆる不完全焼入れ組織となっている。地金部はフェ

[表] 肥後の守の化学成分

刀身	部位	化学成分(%)						
		C	Si	Mn	P	S	その他	
刃部	刃先	0.80	0.25	0.45	0.015	0.007	Fe, 99.49, 0.0002, 0.0001, 0.0001, 0.0001	
	地金部	0.02	0.01	0.25	0.015	0.005	Fe, 99.99, 0.0001, 0.0001, 0.0001, 0.0001	
鞘	刃先	0.02	0.01	0.27	0.010	0.005	Fe, 99.95, 0.0001, 0.0001, 0.0001, 0.0001	
	地金部	0.02	0.01	0.27	0.010	0.005	Fe, 99.95, 0.0001, 0.0001, 0.0001, 0.0001	



[写真5] 刀身の横断面と各部の顕微鏡組織

イト組織である。このような組織の移り変りの状態は、硬さの測定結果と良く対応している。

次に、鞘について。つくり方は、素材の板(厚さ約1mm)を型抜きして粗形を作り、鉄釘や孔あけを行ったあと、折り曲げて鞘の形とする。さらに、めっきを施し、ブレードと組み合わせて完成品としている。刀身を収めるために、鞘の横断面はU字形をしている[写真6]。

[表]に鞘の化学成分を、[写真6]にその金物組織を示す。金物組織は比較的細かい結晶粒のフェライト組織である。鞘の外表面にはめっきが施されており、EPMAで分析したところ、ほとんど純粋なニッケルからなっていた[写真7]。その厚さは3~4μmである。

鞘	部位	化学成分(%)						
		C	Si	Mn	P	S	その他	
刃部	刃先	0.01	0.25	0.45	0.015	0.007	Fe, 99.49, 0.0002, 0.0001, 0.0001, 0.0001	
	地金部	0.02	0.01	0.25	0.015	0.005	Fe, 99.99, 0.0001, 0.0001, 0.0001, 0.0001	
鞘	刃先	0.02	0.01	0.27	0.010	0.005	Fe, 99.95, 0.0001, 0.0001, 0.0001, 0.0001	
	地金部	0.02	0.01	0.27	0.010	0.005	Fe, 99.95, 0.0001, 0.0001, 0.0001, 0.0001	

の切れ味を探る。

●当社元相談役 邦武 立郎
小刀(こがたな)といえば、竹を割って竹とんぼを作った懐かしい少年時代を思い出される方も多いのではないのでしょうか。研げば研ぐほど切れ味を増したあの小刀(別名「肥後の守」)が実は「小さな日本刀だった」と聞けば、改めてちょっとした驚きを覚えてしまいます。今回は、その「肥後の守」の切れ味の秘密を探ってみましょう。



[写真6] 刃部の顕微鏡写真(SEMによる)

[写真7] 鞘のめっき層のSEM写真とニッケル分布

調査結果のまとめ

調査した肥後の守の刀身は、三層のサンドイッチ構造となっている。すなわち、両側の低炭素鋼の層で中央の刃部層を包み込んでいる。刃部層は、0.8%程度の炭素量の共析炭素鋼(注2)である。刃の中央層(厚さ1mm)は、切先から深さ4mm程度までマルテンサイト組織を呈し、HV300の高い硬度を示す。新品の場合、この高硬度層は両側の地金層から2mm程度露出し、鋭い刃先角度(約22度)とともに鋭利な切れ味を演出している。しかし、刀身の大部分は軟らかい軟鋼の層で挟まれているので、刀身全体としては粘弾性を有するはずである。

ちなみに、この刀身はサンドイッチ構造のクラッド鋼板(注3)を素材として、打ち抜き法で作ったものと考えられる。一方、鞘は軟鋼(厚さ約1mm)を折り曲げたもので、外表面に3~4μm厚のニッケルめっきを施している。

おわりに

肥後の守の刀身は、硬い共析炭素鋼のマルテンサイト層を軟らか

いフェライト層で包んだ三層構造の、いわゆる複合材料(コンポジット)でできている。切れ味をマルテンサイトが鋭い、粘弾性を軟鋼でカバーしている。肥後の守は、小さな日本刀ということができよう。

[注1]三本市立金物資料館の展示その他を参考にした。

[注2]炭素鋼において、C量0.8%近辺の鋼を共析炭素鋼という。その組織組織(硬さ)は、ほぼ100%のパーライトからなっている。

[注3]鋼板と鉄板の鋼板をいっしょに重ねて溶接した複層の鋼板。例えば、軟鋼板の表面に薄いステンレス鋼板を溶接したステンレス・クラッド鋼板もその一種。ここでは、C%の異なる鋼板を中央層として、高層を軟鋼板で挟んだサンドイッチ構造のクラッド鋼板が使われている。

[参考文献] 1)「ナイフ・マガジン」1997.6. ワールド・トッププレス

Q&A 「クリープ」とはなにか?

「高温で長時間使用している材料は大丈夫だろうか?」という不安を抱いたことはありませんか。材料が高温にさらされると組織がどんどん変化し、長時間ではまったく変形しないような小さな力でもそれが長時間にわたって作用すると、材料の変形が進みついには破壊に至ってしまいます。これが「クリープ現象」です。今回はこのクリープ現象について考えてみましょう。

クリープ現象を調べる方法は?

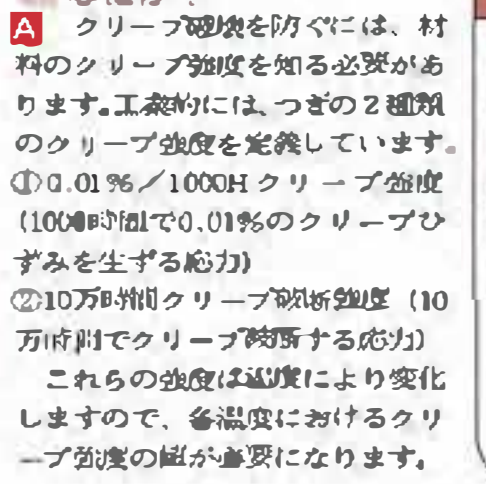
材料のクリープ現象を調べるには、クリープ試験機[図1]を用いて、クリープ試験機による試験を行います。時間と試験片の伸びの変化を測定しクリープ曲線[図2]を求める場合には、シングル型クリープ試験機[写真1]を使い、破断までの時間を知るだけでよい場合は、一度に多数の試験が可能なマルチプル型クリープ試験機[写真2]を使います。特殊なものとしては、管状の試験片の管に圧力蒸気を加え、実際のクリープ現象を模擬した条件下で試験を行うことのできる内圧クリープ試験機があります。



[図2] クリープ曲線の概観



[写真1] シングル型クリープ試験機



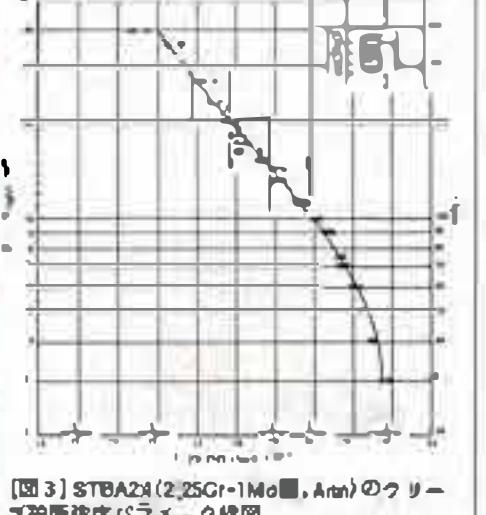
[写真2] マルチプル型クリープ試験機

クリープ強度を求める方法は?

クリープ強度を求めるにはクリープ試験を実施しなければなりません。10万時間もの長時間の試験をするわけにはいきません。そこで、加速クリープ試験(温度または応力を実際より大きくして試験する)によって、1~2万時間程度の試験を行い、10万時間のクリープ強度を推定します。推定方法のひとつにパラメータ法があり、その代表的なパラメータがラーソンミラーパラメータ(T(C+t)ln t): T=絶対温度、t=時間、C=材料定数)です。[図3]は、このパラメータ法(横軸)に対するクリープ破断強度の関係を表すクリープ破断パラメータ法図の例です。この図とパラメータ法を用いて、評価したい温度での10万時間クリープ破断強度を求めることができます。

クリープ強度とはなにか?

クリープ破壊を防ぐには、材料のクリープ強度を知る必要があります。工業的には、つぎの2種類のクリープ強度を定義しています。①0.01%/1000Hクリープ強度(1000時間で0.01%のクリープひずみを生ずる応力) ②10万時間クリープ破断強度(10万時間でクリープ破断する応力) これらの強度は温度により変化しますので、各温度におけるクリープ強度の値が必要になります。



[図3] STEA21(2.25Cr-1Mo鋼, Ann)のクリープ破断強度パラメータ法図

クリープは対数の世界に棲んでいる!

クリープ現象は対数の世界で進行します。工業的に必要な10万時間(115740)というオーダーの中では、材料の劣化は温度に対して非常に敏感になり、温度が10度上がれば約2倍の劣化がおよそ2分の1になります。50度上がればおよそ10分の1になります。ですから、プラントの運転や設計時には、温度というものをとりわけシビアに考える必要があるのです。

話題

「国体」の話題。日本代表チームの活躍が話題です。国体は、国民体育大会のことです。今回は、国体の歴史や特徴について詳しく紹介します。